

DOI: 10.26693/jmbs04.04.141

УДК 616.126.422-089.163-06:612.13:616.12-073.43-074/.076

Тодуров Б. М.<sup>1,2</sup>, Харенко Ю. А.<sup>1,2</sup>,  
Хартанович М. В.<sup>1</sup>, Демянчук В. Б.<sup>1,2</sup>

## СОСТОЯНИЕ ВНУТРИСЕРДЕЧНОЙ И ЦЕНТРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ У ПАЦИЕНТОВ С НЕДОСТАТОЧНОСТЬЮ МИТРАЛЬНОГО КЛАПАНА ПРИ ХИРУРГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ КРИСТАЛЛОИДНОЙ КАРДИОПЛЕГИИ В ПЕРИОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ

<sup>1</sup>ГУ «Институт сердца МЗ Украины», Киев, Украина<sup>2</sup>Национальная медицинская академия последипломного образования  
им. П. Л. Шупика, Киев, Украина

yura.harenko1989@gmail.com

Главной целью кардиохирургической операции является улучшение или сохранение работы сердца. Целью данного исследования было изучение состояния внутрисердечной и центральной гемодинамики у пациентов с недостаточностью митрального клапана при хирургической коррекции с применением кристаллоидной кардиоплегии в периоперационном периоде.

Было обследовано 40 пациентов с недостаточностью митрального клапана, поступивших в ГУ «Институт сердца МЗ Украины» для хирургической коррекции данного порока сердца. Больным проводилась терапия и оперативное вмешательство (протезирование митрального клапана) в соответствии с локальным протоколом интраоперационной кардиопротекции с использованием кристаллоидной кардиоплегии (раствор Бернштейдера).

У пациентов при выходе из искусственного кровообращения, перед переводом в отделение интенсивной терапии, при переводе из отделения интенсивной терапии фиксировали конечные систолический, диастолический и ударный индексы левого желудочка, фракцию выброса левого желудочка, сердечный индекс, систолическое давление в лёгочной артерии и глобальную продольную деформацию миокарда. Из статистических методов исследования использовали расчет критерия достоверности - t ("критерий Стьюдента") и корреляционный анализ с расчетом коэффициента корреляции Пирсона.

Фракция выброса левого желудочка на выходе из искусственного кровообращения снизилась до  $50,7 \pm 5,2$  % ( $p = 0,09$  по сравнению с исходным уровнем). Затем она недостоверно повышалась: до  $51,7 \pm 5,0$  % перед переводом в отделение интенсивной терапии и до  $52,4 \pm 5,8$  % ( $p > 0,7$  по сравнению с исходным уровнем) при переводе из отделения интенсивной терапии.

Модуль глобальной продольной деформации миокарда после коррекции порока и выхода из искусственного кровообращения достоверно снизился с  $8,4 \pm 0,8$  % до  $7,3 \pm 0,7$  % ( $p < 0,001$ ), и затем статистически значимо не изменялся до конца исследования, составив при переводе из отделения интенсивной терапии  $7,7 \pm 1,1$  % ( $p < 0,005$  по сравнению с исходным уровнем).

Таким образом, хирургическая коррекция недостаточности митрального клапана с применением кардиоплегической остановки сердца сопровождалась наибольшими изменениями глобальной продольной деформации миокарда, давления в лёгочной артерии и фракции выброса левого желудочка на этапе выхода из перфузии, причём тенденция к нормализации наблюдалась только со стороны давления в лёгочной артерии, тогда как модуль глобальной продольной деформации миокарда и фракции выброса левого желудочка уменьшались. Несмотря на это, интегральный показатель системы кровообращения – сердечный индекс – был ниже  $2,5$  л/мин·м<sup>2</sup> только у 5 ( $12,5 \pm 5,2$  %) пациентов, не являясь при этом ниже  $2,2$  л/мин·м<sup>2</sup>, что было обусловлено компенсаторным повышением частоты сердечных сокращений (максимум — до 96 мин<sup>-1</sup>) и назначением симпатомиметической терапии.

**Ключевые слова:** внутрисердечная и центральная гемодинамика, недостаточность митрального клапана, кристаллоидная кардиоплегия, протезирование митрального клапана, искусственное кровообращение.

**Связь работы с научными программами, планами, темами.** Данная работа является фрагментом НИР кафедры кардиохирургии, рентгенэндоваскулярных и экстракорпоральных технологий

Национальной медицинской академии последипломного образования им. П.Л. Шупика МЗ Украины «Малотравматичні реконструктивні операції на серці», № гос. регистрации 0117U002469.

**Введение.** Современные успехи кардиохирургического лечения больных с врожденными или приобретенными пороками сердца в условиях искусственного кровообращения (ИК) в значительной степени связаны с разработкой и применением эффективных средств защиты миокарда. В многопрофильных кардиохирургических отечественных центрах, Европейских центрах и в США провели ряд исследований, в результате которых установлено значительное количество негативных, повреждающих эффектов ИК и средств защиты миокарда, кардиоплегической остановки сердца на уже хирургически скомпрометированном миокарде. Это обусловило возникновение повышенного интереса к дальнейшему совершенствованию стратегий кардиопротекции и минимизации негативных воздействий ИК во время операций на миокард и организм больного в целом [1].

Главной, доминирующей целью любой кардиохирургической операции является улучшение или сохранение работы сердца. Наибольшей задачей в достижении этой цели является сохранение различных функций сердца на интраоперационном этапе вмешательства. Это требует всесторонней политики, направленной на интраоперационную защиту миокарда [2].

Часто во время операций на сердце пережимается аорта и прекращается коронарный кровоток, что требует защиты миокарда от ишемии [3]. Большинство из современных методик интраоперационной кардиопротекции, включая кровяную кардиоплегию, обеспечивают надежную и эффективную защиту миокарда [4]. Однако все методики, основанные на кардиоплегической остановке, которые также используются в настоящее время, подвергают сердце так называемой «мандаторной ишемии», когда миокард лишен коронарного кровотока [5, 6]. В большинстве случаев это приводит к ишемическо-реперфузионному повреждению в период после снятия зажима с аорты и восстановления коронарного кровотока [7, 8].

Учитывая это, все более сложными становятся и требуют совершенствования стратегии защиты миокарда. Обобщая вышеприведенные факты, можем сделать вывод о том, что вопрос оптимальной кардиопротекции остается открытым, что подтверждает актуальность данного исследования.

**Цель исследования** – изучение состояния внутрисердечной и центральной гемодинамики у пациентов с недостаточностью митрального клапана при хирургической коррекции с применением

кристаллоидной кардиоплегии в периоперационном периоде.

**Материал и методы исследования.** Было обследовано 40 пациентов с недостаточностью митрального клапана, поступивших в ГУ «Институт сердца МЗ Украины» для хирургической коррекции данного порока сердца.

Исследование проведено в соответствии с основными биоэтическими нормами Хельсинской декларации Всемирной медицинской ассоциации об этических принципах проведения научно-медицинских исследований с поправками (2000, с поправками 2008), Универсальной декларации по биоэтике и правам человека (1997), Конвенции Совета Европы по правам человека и биомедицине (1997). Письменное информированное согласие было получено у каждого участника исследования и приняты все меры для обеспечения анонимности пациентов.

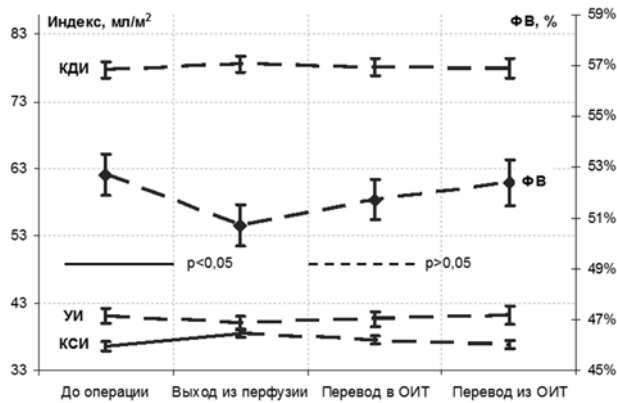
Всем больным была проведена операция протезирования митрального клапана (ПМК) и анестезиологическое, перфузиологическое обеспечение согласно традиционной методики, принятой в ГУ «Институт сердца МЗ Украины».

Больным проводилась терапия и оперативное вмешательство (ПМК) в соответствии с локальным протоколом интраоперационной кардиопротекции с использованием кристаллоидной кардиоплегии (раствор Бернштейдера) и традиционной симпатомиметической и диуретической терапии.

Пациентам фиксировали при выходе из ИК, перед переводом в (отделение интенсивной терапии) ОИТ, при переводе из ОИТ конечные систолический, диастолический и ударный индексы левого желудочка (КДИ, КСИ, УИ), фракцию выброса левого желудочка (ФВ), сердечный индекс (СИ), систолическое давление в лёгочной артерии (ДЛА<sub>с</sub>) и глобальную продольную деформацию миокарда (ГПД). Данные показатели были получены с помощью аппарата «Aplio XG SSA-770A» («Toshiba», Япония) секторальными датчиками с частотой излучения 2,5-5,0 МГц. и аппарата «Vivid iq» («GE», США). Из статистических методов исследования использовали расчет критерия достоверности - t ("критерий Стьюдента") и корреляционный анализ с расчетом коэффициента корреляции Пирсона.

**Результаты исследования и их обсуждение.** КДИ в процессе исследования статистически значимо не изменялся (рис. 1). На выходе из перфузии он составил  $78,6 \pm 7,6$  мл/м<sup>2</sup>, перед переводом в ОИТ –  $78,2 \pm 8,4$  мл/м<sup>2</sup>, при переводе из ОИТ –  $78,0 \pm 9,5$  мл/м<sup>2</sup>.

КСИ достоверно повысился только по окончании ИК, достигнув  $38,5 \pm 3,9$  мл/м<sup>2</sup> ( $p < 0,04$  по сравнению с исходным уровнем), затем он постепенно

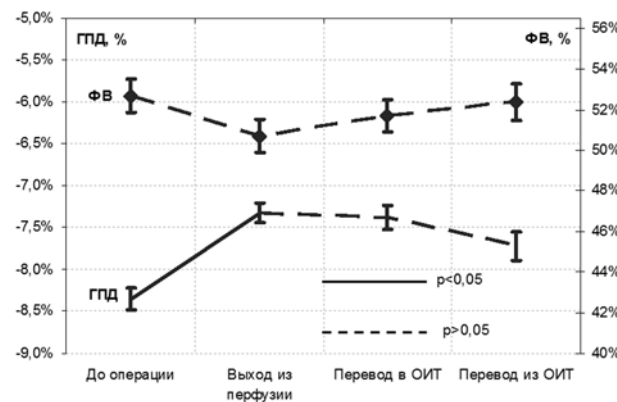


**Рис. 1.** Конечные диастолический и систолический, ударный индексы и фракция выброса левого желудочка при использовании кардиopleгической остановки сердца

снижался: перед переводом в ОИТ – до  $37,5 \pm 3,6$  мл/м<sup>2</sup> ( $p > 0,2$  по сравнению с предыдущим этапом), при переводе из ОИТ – до  $36,8 \pm 3,7$  мл/м<sup>2</sup> ( $p > 0,4$  по сравнению с предыдущим этапом  $p > 0,8$  по сравнению с исходным уровнем).

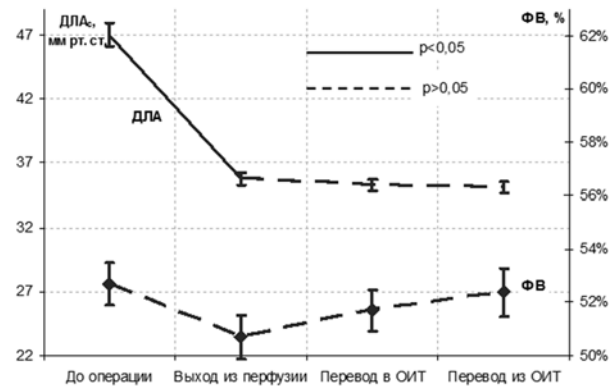
УИ не претерпел достоверных изменений несмотря на достоверное повышение КСИ на выходе из ИК. На этом этапе он недостоверно снизился до  $40,0 \pm 6,8$  мл/м<sup>2</sup> ( $p > 0,4$  по сравнению с исходным уровнем), перед переводом в ОИТ УИ составил  $40,6 \pm 7,2$  мл/м<sup>2</sup> ( $p > 0,6$  по сравнению с предыдущим этапом), при переводе из ОИТ –  $41,2 \pm 8,7$  мл/м<sup>2</sup> ( $p > 0,7$  по сравнению с предыдущим этапом  $p > 0,9$  по сравнению с исходным уровнем).

рисФВ на выходе из ИК снизилась до  $50,7 \pm 5,2$  % (рис. 1, 2,  $p = 0,09$  по сравнению с исходным уровнем). Затем она недостоверно повышалась: до  $51,7 \pm 5,0$  % перед переводом в ОИТ и до  $52,4 \pm 5,8$  % ( $p > 0,7$  по сравнению с исходным уровнем) при переводе из ОИТ.



**Рис. 2.** Глобальная продольная деформация миокарда и фракция выброса левого желудочка при использовании кардиopleгической остановки сердца

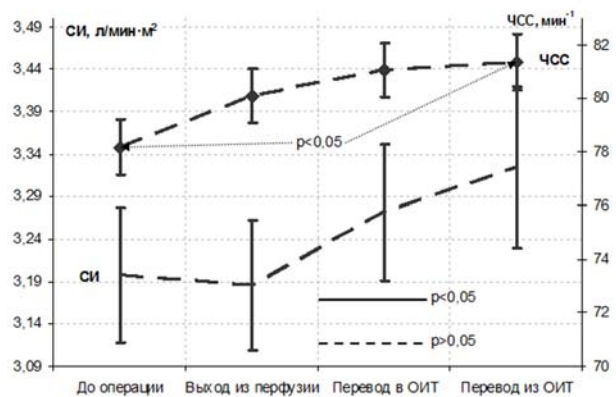
Модуль ГПД после коррекции порока и выхода из ИК достоверно снизился с  $8,4 \pm 0,8$  % до  $7,3 \pm 0,7$  % ( $p < 0,001$ , рис. 3) и затем статистически значимо не изменялся до конца исследования, составив при переводе из ОИТ  $7,7 \pm 1,1$  % ( $p < 0,005$  по сравнению с исходным уровнем).



**Рис. 3.** Систолическое давление в лёгочной артерии и фракция выброса левого желудочка при использовании кардиopleгической остановки сердца

ДЛА<sub>с</sub> после коррекции порока и по выходе из ИК значительно и достоверно снизилось до  $35,8 \pm 3,0$  мм рт. ст. ( $p < 0,0001$ ) и затем существенно не изменялось ( $35,3 \pm 2,8$  мм рт. ст. перед переводом в ОИТ и  $35,1 \pm 2,7$  мм рт. ст. перед переводом из ОИТ).

СИ в течение исследования в данной группе достоверно не изменялся (рис. 4) несмотря на достоверные изменения КСИ и ДЛА<sub>с</sub> на 2 этапе исследования, а также близкие к достоверным изменения ФВ на этом же этапе. СИ постепенно повысился с  $3,19 \pm 0,49$  л/мин·м<sup>2</sup> на выходе из ИК до  $3,32$  л/мин·м<sup>2</sup> перед переводом из ОИТ ( $p > 0,6$ ). Частота сердечных сокращений (ЧСС) с  $78,2 \pm 6,6$  мин<sup>-1</sup> до операции повысилась до  $81,4$  мин<sup>-1</sup> при переводе



**Рис. 4.** Сердечный индекс и частота сердечных сокращений при использовании кардиopleгической остановки сердца

из ОИТ ( $p < 0,04$  по сравнению с исходным уровнем, **рис. 4**).

Таким образом, хирургическая коррекция недостаточности митрального клапана с применением кардиоплегической остановки сердца сопровождалась наибольшими изменениями ГПД, ДЛА<sub>с</sub> и ФВ на этапе выхода из ИК [1, 3], причём тенденция к нормализации наблюдалась только со стороны ДЛА<sub>с</sub>, тогда как модуль ГПД и ФВ уменьшались [4, 6].

**Выводы.** Несмотря на изменениями ГПД, ДЛА<sub>с</sub> и ФВ на этапе выхода из ИК, интегральный показатель системы кровообращения – СИ – был

ниже 2,5 л/мин·м<sup>2</sup> только у 5 (12,5±5,2 %) пациентов, не являясь при этом ниже 2,2 л/мин·м<sup>2</sup>, что было обусловлено компенсаторным повышением ЧСС (максимум — до 96 мин<sup>-1</sup>) и назначением симпатомиметической терапии.

**Перспективы дальнейших исследований.** В дальнейшем планируется исследовать маркеры повреждения миокарда и показатели кислородного бюджета у пациентов с митральной недостаточностью перед операцией, во время и после нее с использованием кардиопroteкции путем электрической фибрилляции и интермиттирующих пережатий аорты.

### References

1. *Prakticheskaya kardioanesteziologiya*. 5-e izd. Ed by FA Khensli Jr, DE Martin, GP Grevli. Per s angl pod red AA Bunyatyan; Per EA Khomenko, AA Nikitin, SA Tsiklinskiy, AN Dyachkov; Nauch red YuA Shneyder, ML Gordeev, AE Bautin. M: ООО «Izdatelstvo «Meditsinskoe informatsionnoe agentstvo»; 2017. 1084 p. [Russian]Grocott H.P., Stafford-Smith M. Organ protection during cardiopulmonary bypass. In Kaplan's Cardiac Anesthesia, ed by Kaplan J.A., Reich D.L., Lake C.L., Konstadt S.N., 5th edition, Philadelphia, Saunders Elsevier, 2006, p. 985-1022. Gay W.A. Potassium-induced cardioplegia. *Ann. Thorac. Surg.*, 1975, Vol. 20, p. 95-99. Melrose D.G., Dreyer B., Bentall H.H. et al. Elective cardiac arrest. *Lancet*, 1955, Vol. 269, p. 21-24.
2. Mentzer RM Jr, Bartels C, Bolli R, Boyce S, Buckberg GD, Chaitman B, et al. Sodium-hydrogen exchange inhibition by cariporide to reduce the risk of ischemic cardiac events in patients undergoing coronary artery bypass grafting: results of the expedition study. *The Ann Thorac Surg*. 2008; 85(4): 1261–70. PMID: 18355507. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2007.10.054
3. Tomic, V, Tomic V, Russwurm S, Möller E, Claus RA, Blaess M, Brunkhorst F, et al. Transcriptomic and proteomic patterns of systemic inflammation in on-pump and off-pump coronary artery bypass grafting. *Circulation*. 2005; 112(9): 2912–20. PMID: 16275880. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.104.531152
4. Mentzer RM Jr, Lasley RD, Jessel A, Karmazyn M. Intracellular sodium hydrogen exchange inhibition and clinical myocardial protection. *Ann Thorac Surg*. 2003; 75(2): S700–8. PMID: 12607715. doi: 10.1016/S0003-4975(02)04700-8
5. Boyce SW, Bartels C, Bolli R. GUARD During Ischemia Against Necrosis (GUARDIAN) Study Investigators. Impact of sodium-hydrogen exchange inhibition by cariporide on death or myocardial infarction in high-risk CABG surgery patients: results of the CABG surgery cohort of the GUARDIAN study. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2003; 126(2): 420–7. PMID: 12928639. doi: 10.1016/S0022-5223(03)00209-5

УДК 616.126.422-089.163-06: 612.13: 616.12-073.43-074 / .076

### СТАН ВНУТРІШНЬОСЕРЦЕВОЇ ТА ЦЕНТРАЛЬНОЇ ГЕМОДИНАМІКИ У ПАЦІЄНТІВ З НЕДОСТАТНІСТЮ МІТРАЛЬНОГО КЛАПАНА ПРИ ХІРУРГІЧНІЙ КОРЕКЦІЇ З ЗАСТОСУВАННЯМ КРИСТАЛОЇДНОЇ КАРДІОПЛЕГІЇ В ПЕРІОПЕРАЦІЙНОМУ ПЕРІОДІ Тодуров Б. М., Харенко Ю. А., Хартанович М. В., Дем'янчук В. Б.

**Резюме.** Головною метою кардіохірургічної операції є покращення або збереження роботи серця. Метою даного дослідження було вивчення стану внутрішньосерцевої та центральної гемодинаміки у пацієнтів з недостатністю мітрального клапана при хірургічній корекції з застосуванням кристалоїдної кардіоплегії в періопераційному періоді.

Було обстежено 40 пацієнтів з недостатністю мітрального клапана, які надійшли до ДЗ «Інститут серця МОЗ України» для хірургічної корекції даної вади серця. Хворим проводилася терапія і оперативне втручання (протезування мітрального клапана) відповідно до локального протоколу інтраопераційної кардіопroteкції з використанням кристалоїдної кардіоплегії (розчин Бернштейдера).

Пацієнтам фіксували при виході із штучного кровообігу, перед переведенням в відділення інтенсивної терапії, при переведенні з відділення інтенсивної терапії кінцеві систолічний, діастолічний і ударний індекси лівого шлуночка, фракцію викиду лівого шлуночка, серцевий індекс, систолічний тиск в легеневій артерії і глобальну поздовжню деформацію міокарда. Із статистичних методів дослідження використовували розрахунок критерію достовірності – t ("критерій Стьюдента") і кореляційний аналіз з розрахунком коефіцієнта кореляції Пірсона.

Хірургічна корекція недостатності мітрального клапана із застосуванням кардіоплегічної зупинки серця супроводжувалася найбільшими змінами глобальної поздовжньої деформації міокарда, систолічного



тиску в легеневій артерії і фракції викиду лівого шлуночка на етапі виходу із штучного кровообігу, при чому тенденція до нормалізації спостерігалася тільки з боку систолічного тиску в легеневій артерії, тоді як модуль глобальної поздовжньої деформації міокарда і фракція викиду лівого шлуночка зменшувалися. Незважаючи на це інтегральний показник системи кровообігу – серцевий індекс – був нижче  $2,5 \text{ л / хв} \cdot \text{м}^2$  тільки у 5 ( $12,5 \pm 5,2\%$ ) пацієнтів, не будучи при цьому нижче  $2,2 \text{ л / хв} \cdot \text{м}^2$ , що було обумовлено компенсаторним підвищенням ЧСС (максимум – до 96 хв 1) і призначенням симпатоміметичної терапії.

**Ключові слова:** внутрішньосерцева і центральна гемодинаміка, недостатність мітрального клапана, кристалоїдна кардіоплегія, протезування мітрального клапана, штучний кровообіг.

UDC 616.126.422-089.163-06: 612.13: 616.12-073.43-074 / .076

### **State of Intracardiac and Central Hemodynamics in Patients with Mitral Valve Insufficiency during Surgical Correction Using Crystalloid Cardioplegia in the Perioperative Period**

**Todurov B. M., Kharenko Yu. A., Khartanovich M. V., Demyanchuk V. B.**

**Abstract.** Modern advances in cardiac surgery in patients with congenital or acquired heart defects in cardiopulmonary bypass are largely associated with the development and use of effective means of protecting the myocardium. The main purpose of cardiac surgery is to improve or maintain the work of the heart.

*The purpose of our work* was to study the state of intracardiac and central hemodynamics in patients with mitral valve insufficiency during surgical correction using crystalloid cardioplegia in the perioperative period.

*Material and methods.* We examined 40 patients with mitral valve insufficiency admitted for surgical correction of the defect. Patients underwent therapy and surgery (mitral valve replacement) in accordance with the local protocol of intraoperative cardioprotection using crystalloid cardioplegia (Bernshteyder solution).

*Results and discussion.* Patients were fixed at the end of cardiopulmonary bypass, before being transferred to (intensive care unit) ICU, after leaving ICU the end systolic, end diastolic and stroke index of the left ventricle, left ventricular ejection fraction, cardiac index, systolic pressure in the pulmonary artery and global longitudinal myocardial strain. These indicators were obtained using the apparatus "Aplio XG SSA-770A" (Toshiba, Japan) by sectoral sensors with a radiation frequency of 2.5 to 5.0 MHz. and the apparatus "Vivid iq" ("GE", USA). From statistical research methods, the calculation of the reliability criterion - t ("Student's criterion") and correlation analysis with the calculation of the Pearson correlation coefficient were used.

The left ventricular ejection fraction at the exit from the cardiopulmonary bypass decreased to  $50.7 \pm 5.2\%$  ( $p = 0.09$  compared with the initial level). Then it increased insignificantly: to  $51.7 \pm 5.0\%$  before transferring to intensive care unit and to  $52.4 \pm 5.8\%$  ( $p > 0.7$  compared to baseline) after transferring from intensive care unit.

The global longitudinal myocardial strain module after correction of the defect and withdrawal from cardiopulmonary bypass significantly decreased from  $8.4 \pm 0.8\%$  to  $7.3 \pm 0.7\%$  ( $p < 0.001$ ) and then did not significantly change statistically until the end of the study being transferred from intensive care unit  $7.7 \pm 1.1\%$  ( $p < 0.005$  compared with baseline).

Systolic pressure in the pulmonary artery after correction of the defect and after leaving the cardiopulmonary bypass decreased significantly and reliably to  $35.8 \pm 3.0 \text{ mm Hg. Art.}$  ( $p < 0.0001$ ) and then not significantly changed ( $35.3 \pm 2.8 \text{ mm Hg.}$  before transferring to intensive care unit and  $35.1 \pm 2.7 \text{ mm Hg.}$  before transferring from intensive care unit).

*Conclusions.* Thus, surgical correction of mitral valve insufficiency with the use of cardioplegic cardiac arrest was accompanied by the greatest changes in global longitudinal myocardial strain, systolic pressure in the pulmonary artery and left ventricular ejection fraction at the exit stage of cardiopulmonary bypass, and the tendency to normalization was observed only from the systolic pressure in the pulmonary artery, whereas the module of global longitudinal myocardial strain and left ventricular ejection fraction decreased.

Despite this, the integral indicator of the circulatory system - cardiac index - was below  $2.5 \text{ l / min} \cdot \text{m}^2$  in only 5 ( $12.5 \pm 5.2\%$ ) patients, while not being below  $2.2 \text{ l / min} \cdot \text{m}^2$ , which was due to a compensatory increase in heart rate (maximum - up to 96 min 1) and the appointment of sympathomimetic therapy.

**Keywords:** intracardiac and central hemodynamics, mitral valve insufficiency, crystalloid cardioplegia, mitral valve replacement, cardiopulmonary bypass.

*The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.*

Стаття надійшла 20.03.2019 р.

Рекомендована до друку на засіданні редакційної колегії після рецензування